

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LILIAN KELLY PEREIRA**

**EFEITO DE UM COMPLEXO MULTITENZIMÁTICO SOBRE DESEMPENHO  
ZOOTÉCNICO E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE LEITÕES NA FASE INICIAL**

**DISSERTAÇÃO**

**DOIS VIZINHOS/PR**

**2017**

**LILIAN KELLY PEREIRA**

**EFEITO DE UM COMPLEXO MULTITENZIMÁTICO SOBRE DESEMPENHO  
ZOOTÉCNICO E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE LEITÕES NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Produção e nutrição animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patricia Rossi

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Segatto Cella

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke

**DOIS VIZINHOS/PR**

**2017**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Título da Dissertação nº 080**

**Efeito de um complexo multienzimático sobre desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de leitões na fase inicial**

**Lilian Kelly Pereira**

Dissertação apresentada às nove horas do dia vinte e dois de fevereiro de dois mil e dezessete, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho .....

Banca examinadora:

---

**Patrícia Rossi**  
UTFPR-DV

---

**Paulo Segatto Cella**  
UTFPR-DV

---

**Marta Helena Dias da Silveira**  
UTFPR-PB

---

**Prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique**  
Coordenador do PPGZO

\*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

## **AGRADECIMENTOS**

### **À DEUS**

Pela força e pelas bênçãos!

### **À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Patricia Rossi**

Pela orientação, conversas, amizade, ensinamentos e por ter lutado por mim. Agradeço imensamente por tudo.

### **Ao Prof. Dr. Paulo Segatto Cella**

Pela orientação, pelos ensinamentos e por ter me inspirado a caminhar.

### **À UTFPR, PPGZO e CAPES**

Por terem me concedido a oportunidade de viver esse sonho

### **Ao Grupo PENAS**

Por terem abraçado a causa e lutado comigo todos os dias. Sem vocês nada disso seria possível. Adélio, Nubia, Soraia, Ezequiel, Wellington, Eduarda, Aline, Mariana, Igor, Larissa, Marcos, Mariângela, Mario, Ramon, Sebastião, Thiago, Cassio e Nicole. Um agradecimento especial a Joselaine e Suelen pela ajuda e apoio.

### **À UNICENTRO**

Em especial à Prof<sup>a</sup> Elisabete e sua equipe, pela orientação e auxílio das análises bioquímicas do sangue. E em especial a mestrande Joselaine pelo auxílio nas análises.

### **Aos Amigos e Amigas**

Por serem pacientes e tão carinhosos comigo. Sem vocês tudo seria mais difícil eu AMO vocês. Érica Militão, Jonas Dorneles e Thaiz Tireli

### **A Minha Família**

Agradeço a Deus por ele ter me concedido uma família tão maravilhosa, que me apoia e vive comigo este sonho, que me segura e que é meu porto seguro. Pai (Sr. Ezequiel), mãe (Sr<sup>a</sup>. Marilza), mano (Jean), meu pequeno (Enzo), Vanessa e Valéria eu amo vocês incondicionalmente.

**A TODOS MEU MUITO OBRIGADA!**

“As raízes do estudo são amargas, mas seus frutos são doces.”

Aristóteles.

## RESUMO

PEREIRA, LILIAN KELLY. Efeito de um complexo multienzimático sobre desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de leitões na fase inicial. 2017. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Os altos custos com a ração na suinocultura é um dos fatores que mais afeta a atividade, além da fase de creche ser uma das fases mais críticas da produção. Frente a isso, os produtores procuram alimentos que garantam a eficiência da produção e a diminuição dos riscos desta fase. O uso de aditivos como as enzimas podem tornar os nutrientes das rações mais digestíveis e melhorar o desempenho zootécnico dos animais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar um complexo multienzimático na dieta de leitões na fase inicial (15 a 30 kg). O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos na Unidade de Ensino e Pesquisa da Suinocultura (UNEP). Foram quatro tratamentos, T1: Controle Negativo + Complexo Multienzimático (CME); T2: Controle Negativo; T3: Controle Positivo + CME e; T4: Controle Positivo. Foram utilizados 80 leitões, sendo 40 machos castrados e 40 fêmeas, de uma linhagem comercial, com peso inicial médio de  $16,88\text{kg} \pm 2,69\text{kg}$ , alojados em baias de alvenaria. Os animais foram pesados individualmente a cada semana para mensuração do ganho de peso, as rações fornecidas e as sobras foram pesadas para determinação do consumo de ração e conversão alimentar. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, num esquema fatorial 2x2, sendo 2 dietas controles (positivo e negativo) e 2 níveis de enzimas adicionados à dieta (0 e 50 g/ton). Os dados de desempenho e parâmetros sanguíneos foram submetidos à análise de variância e os efeitos de tratamento foram comparados através de análise fatorial para avaliar os efeitos do CME. Por meio da média de peso obtida ao final do experimento, foram selecionados 40 animais, sendo dez por tratamento para coleta de 10 mL de sangue para análise de parâmetros sanguíneos. Para avaliação da viabilidade econômica foi levantado o preço das matérias-primas utilizadas para a obtenção dos custos das rações experimentais, a partir deles foi calculado o custo da ração por quilograma de peso vivo ganho, o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC). Os resultados demonstram que não houve diferença significativa dos tratamentos ( $P < 0,05$ ) sobre as variáveis de desempenho zootécnico e dos parâmetros sanguíneos de leitões na fase inicial. A viabilidade econômica foi melhor em dietas controle negativo suplementadas com CME quando comparadas as demais dietas experimentais. Portanto, podemos concluir que a suplementação de CME em dietas controle negativo não prejudica o desempenho zootécnico e saúde dos animais e reduz o custo de produção.

**Palavra-chave:** carboidrases. redução de custo alimentar. nutrição de não ruminantes.

PEREIRA, LILIAN KELLY. Effect of a multienzymatic complex on zootechnical performance and blood parameters of piglets in the initial phase. 2017. 49F. Dissertation (Master in Animal Science) – Graduate Program in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

The high costs of pig breeding are one of the factors that most affect the activity, and the nursery phase is one of the most critical stages of production. Faced with this, producers seek food that ensures the efficiency of production and reduce the risks of this phase. The use of additives such as enzymes can make feed nutrients more digestible and improve animal performance. The objective of the present study was to evaluate a multienzymatic complex in the diet of piglets in the initial phase (15 to 30 kg). The experiment was conducted at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, at the Swine Research and Training Unit (UNEP). There were four treatments, T1: Negative Control + Complex Multienzymatic (CME); T2: Negative Control; T3: Positive Control + CME e; T4: Positive Control. A total of 80 piglets were used, 40 castrated males and 40 females from a commercial line, with a mean initial weight of 16.88 kg + 2.69 kg, housed in masonry bays. The animals were weighed individually each week to measure the weight gain, the rations provided and the leftovers were weighed for determination of feed intake and feed conversion. The experimental design was randomized blocks, in a 2x2 factorial scheme, two control diets (positive and negative) and two levels of enzymes added to the diet (0 and 50 g / t). Performance data and blood parameters were subjected to analysis of variance and treatment effects were compared through factorial analysis to evaluate the effects of CME. By means of the mean weight obtained at the end of the experiment, 40 animals were selected, of which 10 were used to collect 10 mL of blood for analysis of blood parameters. In order to evaluate the economic viability, the raw material used to obtain the experimental feed costs was calculated. The cost of the ration per kilogram of live weight gained, the Economic Efficiency Index (IEE) and the Index Of Cost (CI). The results showed that there was no significant difference of the treatments ( $P < 0.05$ ) on the variables of growth performance and the blood parameters of piglets in the initial phase. The economic viability was better in negative control diets supplemented with CME when compared to the other experimental diets. Therefore, we can conclude that supplementation of CME in negative control diets do not has negative effect on growth performance and health of animals and reduces the cost of production.

**Key words:** carbohydrases. food cost reduction. non-ruminant nutrition.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1 FISIOLOGIA DIGESTIVA DE LEITÕES.....	12
2.2 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS.....	14
2.3 ENZIMAS EXÓGENAS.....	15
2.4 CARBOIDRASES .....	17
2.4.1 Amilase .....	18
2.4.2. Xilanase.....	18
2.4.3 $\beta$ -Glucanase.....	19
2.4.4 Mananase.....	20
2.5. PARÂMETROS SANGUÍNEOS RELACIONADOS À SAÚDE DO ANIMAL COM USO DE ENZIMAS .....	21
<b>3 REFERÊNCIAS</b> .....	23
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	27
4.1 Objetivo geral.....	27
4.2 Objetivos específicos.....	27
<b>5 EFEITO DE UM COMPLEXO MULTIENZIMÁTICO SOBRE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE LEITÕES NA FASE INICIAL</b> .....	28
<b>6 INTRODUÇÃO</b> .....	30
<b>7 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
<b>8 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	38
<b>9 CONCLUSÕES</b> .....	50
<b>10 REFERÊNCIAS</b> .....	50
<b>ANEXOS</b> .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína, com uma produção em 2015 de 3.643 mil toneladas (ABPA, 2016). Este atual cenário só se tornou possível devido aos avanços tecnológicos que vem ocorrendo na cadeia produtiva da suinocultura.

Alguns fatores contribuíram de maneira significativa para o aumento da produtividade, entre eles podemos citar: a sanidade, a genética, o manejo e a nutrição. Contudo, a nutrição é um dos fatores que mais influenciam nos custos de produção, sendo responsável por mais de 70% destes (CHAMONE et al., 2010). Diante disso, vêm sendo testadas várias ferramentas que visam reduzir os custos com a nutrição, entre elas, o emprego de alimentos alternativos e o uso de enzimas exógenas.

O uso de alimentos alternativos é uma prática interessante, contudo é observado limitações no seu uso em função de fatores antinutricionais que prejudicam o desempenho dos animais. Já as enzimas exógenas, por terem origem biológica, apresentam características que melhoram a digestibilidade dos ingredientes da dieta, o desempenho zootécnico dos animais, atuam auxiliando na regulação do pH e da temperatura estomacal, além de potencializar reações bioquímicas no organismo do animal. Com isso obtém-se melhor eficiência no desenvolvimento e no crescimento dos leitões, resultando na redução de custos e, conseqüentemente, aumento na margem de lucro.

Usualmente as enzimas exógenas são mais empregadas na fase de creche, que coincide com a fase em que o animal sofre grande estresse, pois é o momento em que ele é separado da mãe (matriz) e levado para baias coletivas (creche). A alteração brusca de ambiente, além do contato com animais provenientes de leitegadas diferentes, faz com que o sistema imunológico do animal, o qual não está totalmente estabelecido, seja acionado e, assim, prejudique o desempenho do animal.

Além disso, o fato de o trato gastrointestinal não estar totalmente desenvolvido e as células responsáveis pela secreção de enzimas e vilosidades intestinais ainda não estarem aptas a exercer suas funções dificulta a digestão completa dos alimentos, tornando a absorção de nutrientes limitada.

Estas dificuldades influenciam de forma negativa o crescimento e o ganho de peso do animal, ocasionando aumento na quantidade de refugos e, conseqüentemente, afetando o retorno financeiro do produtor. Ainda que o retardo no processo de produção seja uma opção,

a fim de que dos animais atinjam o peso desejável de mercado, os gastos com ração serão altíssimos, logo, os custos de produção também.

Diante desse cenário a utilização de enzimas exógenas se destaca como ferramenta estratégica na suinocultura, visto que estas são capazes de melhorar o aproveitamento dos ingredientes e nutrientes das dietas. Estas enzimas aumentam a capacidade do animal de utilizar a energia proveniente da ração, acelerando assim o desenvolvimento do sistema imunológico e do trato gastrointestinal, proporcionando maior ganho de peso, melhor aproveitamento das fibras dietéticas, além de contribuírem para a redução de custos na produção de leitões.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FISIOLOGIA DIGESTIVA DE LEITÕES

Na busca de uma atividade economicamente eficiente e com um ciclo produtivo mais rápido a idade de desmame dos leitões foi reduzida de 28 dias para 21 dias, com a finalidade de diminuir os dias não produtivos das matrizes e o intervalo entre partos (LIMA; MORÉS, 2007). Este tipo de manejo oferece bons resultados, uma vez que permite um maior número de partos ao ano. Mas para que isso seja possível faz-se necessário oferecer condições favoráveis para criação e manutenção tanto da matriz como dos leitões, por exemplo, uma alimentação adequada conforme a fase produtiva, água à vontade, sanidade, um ambiente com status sanitário livre de microrganismos patogênicos e sujidades, controle de temperatura para manter os animais dentro da sua zona de conforto térmico e manejo livre de agressões (SANTOS; MASCARENHAS; OLIVEIRA, 2016).

A prática de reduzir a idade de desmame desencadeia um fenômeno estressante ao animal, que ocorre devido à mudança de ambiente, reagrupamento com outros animais, mudança de alimento e separação da mãe. Durante este procedimento o animal reduz o consumo de ração, o que, conseqüentemente, afeta o ganho de peso e reduz seu crescimento (TOKACH et al., 2015).

Durante o processo de desmame os animais ficam mais vulneráveis às patologias, isso porque seu sistema imunológico ainda não está completamente estabelecido e eles acabam apresentando uma resposta negativa, apresentando muitas vezes a diarreia como sintoma característico (LIMA; MORÉS, 2007).

A diarreia na fase de creche é visto como o ponto crítico da atividade, pois limita o desenvolvimento dos animais acometidos, além disso, ao afetar negativamente essa fase ela estará afetando diretamente nas fases crescimento e terminação (CHAMONE et al., 2010). A fim de que isso não ocorra é necessário oferecer aos animais dietas contendo nutrientes altamente digestíveis que o animal seja capaz de absorver (BERTECHINI, 2013).

A digestão dos nutrientes nos animais não ruminantes é realizada através da ação de ácidos, enzimas e de alguns microrganismos presentes no intestino grosso (NERY et al., 2000). Entretanto, nesta idade os leitões possuem um sistema digestório ineficiente e incapaz de produzir certas enzimas, o que compromete a digestão e a conseqüente absorção dos nutrientes (CHAMONE et al., 2010).

Quando o suíno nasce ele possui apenas as secreções de lactase, protease e lipase, isso porque até a sua primeira semana de vida o animal recebe apenas o leite materno, sendo assim, essas enzimas agem somente sobre o leite. Com 15 dias de vida ocorre um pequeno amadurecimento do sistema digestório, que começa a secretar em baixa quantidade enzimas como sacarase, maltase, tripsina e quimiotripsina; então, pode-se iniciar o oferecimento de ração na forma de “papinha”, a fim de adaptar o trato e estimular as secreções (CHAMONE et al., 2010).

Quando o animal é desmamado e encaminhado para a creche ele acaba passando por uma mudança brusca na sua alimentação, o que acarreta em uma série de implicações. Uma delas é a síndrome de adaptação geral, onde podem ocorrer casos de anorexia e alterações fisiológicas que irão repercutir durante toda a vida do leitão (PASCOAL et al., 2008).

Este alimento que os animais passam a receber é constituído basicamente de milho e farelo de soja, que possuem em sua composição moléculas mais complexas (PASCOAL et al., 2005). Mesmo que a ração esteja balanceada dificilmente se consegue suprir todas as necessidades nutricionais do animal, isso porque este apresenta capacidade de secreção de enzimas, ácido clorídrico e muco ainda em quantidade insatisfatória (BARROCA, 2011).

Com os níveis de produção do ácido clorídrico baixo o pH estomacal acaba ficando alto, o que eleva a chance de proliferação bacteriana (SANTOS; MASCARENHAS; OLIVEIRA, 2016). Este fato desencadeia um aumento na espessura da mucosa intestinal, que por sua vez afeta a absorção dos nutrientes, além de que o pH alto no estômago do suíno faz com que não ocorra a secreção de hormônios no intestino delgado o que, conseqüentemente, afetará a secreção de enzimas no pâncreas e no fígado (BARROCA, 2011).

A digestão incompleta dos nutrientes pode causar lesões no epitélio intestinal que deixarão sequelas para toda a vida produtiva do animal, o que limita seu máximo desempenho (VENTE-SPREEUWENBERG; VERDONK; BAKKER, 2004). Além de fazer com que se tenham mais resíduos de alimentos no intestino, que acabam servindo de substrato para bactérias patogênicas que produzem toxinas capazes de desencadear um processo inflamatório intestinal, o que irá comprometer o estabelecimento do sistema imunológico (MOLLY, 2001).

Com o aumento da idade e o estímulo do oferecimento da ração o pH estomacal diminui – ficando entre 2,0 e 3,5 –, fazendo com que as enzimas digestivas que atuam sobre os nutrientes sejam secretadas e que a microbiota benéfica se estabeleça, fortalecendo o sistema imunológico do animal (CHAMONE et al., 2010).

A partir deste momento o animal passa a digerir os alimentos, porém até que isso ocorra nota-se que este deixa de ganhar peso, o que pode comprometer o seu desenvolvimento

(PASCOAL et al., 2005). Assim, torna-se imprescindível um manejo nutricional adequado para esta fase, o qual deve possuir nutrientes altamente digestíveis e apresentar na composição da ração aditivos capazes de suprir as deficiências fisiológicas dos animais.

## 2.2 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS

Quando o leitão é desmamado é encaminhado para a creche, onde passa a receber ração a base de milho e farelo de soja (BELLAVÉR; LUDKE, 2004). Porém esses ingredientes possuem em suas composições, biomoléculas que não podem ser completamente digeridas pelos leitões (PASCOAL et al., 2005).

Algumas dessas moléculas formam compostos pertencentes ao grupo dos carboidratos resistentes à digestão, que correspondem à fibra dietética ou de polissacarídeos não amiláceos (PNA's). Esses compostos são encontrados na parede celular dos vegetais, que são constituídos por celulose, hemicelulose, arabinosilanos, dextrina, inulina, lignina, ceras, quitinas, pectinas, betaglucanos e mananos (CHOCT, 2015; KRABBE, 2011).

Os PNA's são polímeros de açúcares simples unidos através de ligações  $\beta$  1-4 e  $\beta$  1-6 (NELSON; COX, 2002). Os animais não ruminantes têm a peculiaridade de não serem capazes de realizar a hidrólise dessas ligações, pois não secretam enzimas endógenas responsáveis por essa reação, o que afeta a digestibilidade dos ingredientes presentes na ração (NERY et al., 2000).

Quando presentes na dieta os PNA's promovem uma diminuição da energia metabolizável, devido ao fato do animal estar ingerindo a energia em seu estado bruto. Todavia, essa energia não está completamente disponível para ser metabolizada, o que leva a equívocos no momento da formulação da dieta e um déficit de ganho de peso ao animal (CHOCT et al., 2007; LIMA et al., 2007; ANDRADE et al., 2015).

Esses compostos quando na forma solúvel possuem a característica hidrofílica de se dissolverem na presença de água, formando uma espécie de gel conhecida como viscosidade (LIMA et al., 2007). O aumento da viscosidade dificulta a absorção de nutrientes, pois esse gel adere a parede intestinal podendo alterar a microbiota intestinal, uma vez que gera o aumento da temperatura interna, favorecendo a proliferação de bactérias patogênicas, afetando também a ligação das enzimas digestivas com seus substratos; com isso a digestão dos alimentos não acontece ou acontece de forma incompleta (CHOCT et al., 2007).

Sendo assim, é de extrema importância que estes componentes sejam hidrolisados, para que o animal consiga realizar sua digestão, o que resultará em um melhor ganho de peso por parte do animal e na redução de gastos com ração para o produtor (WOYENGO et al., 2014).

Para que a isso seja possível é necessária a inclusão de enzimas exógenas específicas aos PNA's na dieta de leitões, uma vez que somente elas possuem a característica de hidrolisar as ligações  $\beta$  1-4 e  $\beta$  1-6 (FERREIRA et al., 2015; NELSON; COX, 2002). Desta forma consegue-se a liberação de açúcares simples que, uma vez absorvidos pelo epitélio intestinal, são conduzidos, via corrente sanguínea, até o fígado para serem metabolizados em glicose. Esta é utilizada como fonte de energia do cérebro para manutenção das funções vitais e armazenada como glicogênio nos tecidos corporais, além de atuar em componentes estruturais, na proteção e lubrificação das articulações, nas sinalizações das moléculas e na constituição dos ácidos nucleicos e dos glicolípídeos (SAKOMURA et al., 2014).

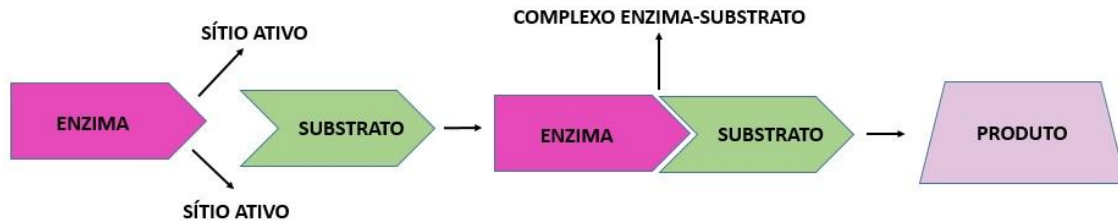
Desta forma, quando se tem a presença de enzimas exógenas na dieta os leitões conseguem aproveitar toda a energia ingerida (energia bruta), e não sofrerão com a mudança na alimentação. Resultando assim em um bom ganho de peso, uma excelente conversão alimentar e uma resposta imune positiva, uma vez que suas exigências serão atingidas (LIMA et al., 2007). Além de que, com a utilização da mesma o aproveitamento dos nutrientes da dieta será maximizado, reduzindo a necessidade de uma maior inclusão do ingrediente e, conseqüentemente, o custo da ração (TOKACH et al., 2015).

### 2.3 ENZIMAS EXÓGENAS

As enzimas são um agrupamento de substâncias que de modo geral são encontradas em todos os organismos vivos (BEDFORD; PARTRIDGE, 2001; PASCOAL; SILVA, 2005). Elas são constituídas de proteínas altamente especializadas de estrutura terciária ou quaternária (NELSON; COX, 2002). Os aminoácidos que as integram são unidos através de ligações peptídicas, e estas, por sua vez, são responsáveis por proporcionar para as enzimas a função biocatalizadora de reações bioquímicas do metabolismo (MARQUES, 2007).

Na estrutura das enzimas é encontrada uma cavidade conhecida como sítio ativo, neste local tem-se um favorecimento energético que resulta em uma interação fraca entre as ligações das enzimas com as dos substratos (NELSON; COX, 2002).

O substrato é a molécula alvo, quando este entra em contato com o sítio ativo da enzima os resíduos de aminoácidos ali presentes se ligam ao substrato e catalisam a reação, promovendo a quebra das ligações formando assim um novo produto, como podemos ver na FIGURA 1.



**FIGURA 1 – Esquema do modo de ação das enzimas**

**Fonte: Adaptado de NELSON e COX, 2002.**

Diante desta capacidade de converter uma molécula complexa em uma molécula simples é possível sua utilização na nutrição animal (SAKOMURA et al., 2014).

Os leitões na fase inicial possuem poucas secreções de enzimas digestivas endógenas, (TARVENARI et al., 2008), que por sua vez não possuem uma característica físico-química adequada para agir em determinadas moléculas presentes nos alimentos oferecidos na dieta, ou ainda não são secretadas em quantidades adequadas, levando a digestão incompleta dos alimentos (PASCOAL et al., 2005).

Diante disso se observou a necessidade de utilizar um produto que fosse capaz de transformar moléculas complexas em moléculas mais simples, aptas para absorção, com isso surgiu a ideia de utilizar as enzimas, que podem ser usadas de duas maneiras, na forma de suplementação, onde se oferece as mesmas enzimas que os animais secretam, ou na forma de adição de enzimas específicas, que são aquelas que os animais não possuem a capacidade de secretar (TEIXEIRA et al., 2005).

Com a utilização constante esse produto passou a ser classificado segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa nº13/04, como substâncias, micro-organismos ou produtos formulados que são adicionados de forma intencional na alimentação animal, sem que haja o intuito de aporte nutricional ou de utilização como ingrediente, tendo sua finalidade de melhorar o desempenho dos animais e auxiliar no atendimento de suas exigências nutricionais.

Para ser classificada como uma boa enzima exógena ela deve possuir uma alta estabilidade térmica (75°C – 90°C), sendo capaz de conseguir manter suas propriedades mesmo passando por processos que exigem altas temperaturas, como a peletização. Ser estável, mesmo estando em pH ácido ou alto, para que passe pelo estômago do animal e



chegue até o intestino delgado para executar suas ações e, também não ofereça riscos toxicológicos (WENR; BOESSINGER, 1993; SAKOMURA et al., 2014).

Na nutrição animal as enzimas são adicionadas em alimentos secos, sendo somente ativadas quando entram em contato com os fluidos digestivos e sob a temperatura corporal, tendo sua ação máxima no estômago e na porção inicial do intestino delgado (ROTTER, 1990; PASCOAL et al., 2005).

Por possuírem essas características as enzimas se tornaram a ferramenta ideal para utilização em animais jovens, promovendo um melhor desenvolvimento quando se visa aumentar o valor nutritivo da dieta, deixando os ingredientes mais digestíveis (TEIXEIRA et al., 2005), já que seu sistema digestório ainda não é capaz de secretar enzimas na quantidade adequada (BEDFORD; PATRIDGE, 2001). O uso das enzimas tem também possibilitado o aproveitamento das fibras dietéticas (CABRAL et al., 2013), o que conseqüentemente aumenta a utilização de energia pelo animal (BRITO et al., 2008), que é extremamente importante quando se tem o objetivo de trabalhar com uma nutrição animal de precisão.

## 2.4 CARBOIDRASES

As nomenclaturas das enzimas são determinadas de acordo com o substrato alvo ou com seu modo de ação, logo as carboidrases recebem essa nomenclatura por agirem sobre os carboidratos (NELSON; COX, 2002).

As carboidrases são responsáveis por hidrolisar as ligações glicosídicas  $\alpha$ 1-4,  $\beta$ 1-4 e  $\beta$ 1-6, que ao serem rompidas liberam os monossacarídeos. Entretanto, dentro do grupo das carboidrases, existem especificidades que ocorrem de acordo com a posição da ligação do resíduo do substrato que possui uma característica que encaixa perfeitamente no sítio ativo da enzima (NELSON; COX, 2002). Assim as carboidrases se subdividem em: xilanase, amilase,  $\beta$ -glucanase, mananase, entre outras (KRABBE; LORANDI, 2014).

Cada uma dessas age sobre um tipo específico de carboidrato, normalmente elas são adicionadas com a finalidade de reduzir a quantidade dos polissacarídeos não amiláceos na dieta dos animais, pois com a redução desses compostos consegue-se um melhor aproveitamento dos carboidratos (BEDFORD; PATRIDGE, 2001; WENR; BOESSINGER, 1993).

Dadalt (2015) observou que com a utilização de um complexo de carboidrases em uma ração com farelo de trigo (substituição de 30%) houve uma melhora no aproveitamento da energia bruta da dieta e melhora na digestibilidade da ração de leitões recém-desmamados.

Carvalho (2006) em um trabalho com leitões desmamados observou uma melhora na conversão alimentar (1,25 versus 1,50) utilizando uma dieta com suplementação de complexo enzimático de carboidrases. Freitas (2011) utilizando um complexo de carboidrases em dietas de leitões observou nos machos um maior ganho de peso.

#### 2.4.1 Amilase

As amilases atuam sobre o amido, onde seu modo de ação consiste em hidrolisar as ligações  $\alpha$ 1-4, que são responsáveis por unir este polissacarídeo. Após a quebra dessas ligações serão liberadas moléculas de monossacarídeo do tipo glicose (KRABBE; LORANDI, 2014), este será absorvido pelo organismo e oferecerá a energia necessária para atender suas exigências energéticas (SAKOMURA et al., 2014).

Estas enzimas são obtidas por meio de metabolismo do *Aspergillus niger* ou também podem ser oriundas do metabolismo da bactéria *Bacillus subtilis*, devido a essas origens sua estabilidade térmica é considerada alta (75° a 90°C) (WENR; BOESSINGER, 1993).

Tais características de temperatura e modo de ação fazem as amilases serem muito usadas como aditivos nutricionais na dieta de leitões. Autores como Officer et al. (1995) utilizaram amilase como suplementação na dieta de leitões com o intuito de melhorar o desempenho nos primeiros seis dias após o desmame, como resultado observaram um aumento na digestibilidade do amido.

Com o objetivo de testar a diferença de digestibilidade entre milho de diferentes texturas de endosperma Piovesan; Oliveira e Gewehr (2011) adicionaram amilase na dieta de leitões com 7kg e observaram que os milhos semidentados e duro apresentaram uma maior digestibilidade e maior teor de energia metabolizável devido a utilização da enzima amilase.

#### 2.4.2. Xilanase

Além do amido os grãos detêm em sua parede celular uma alta concentração de carboidratos estruturais, conhecidos como celulose e hemicelulose (SAKOMURA et al., 2014). A hemicelulose é classificada como polissacarídeo do tipo heteropolímero, constituído de xilose e arabinose ou ácido urônico (VAN SOEST, 1985). Dentre esses compostos a xilose é o que se apresenta em maior concentração, ela é constituída por unidades de D-glicoses

ligadas entre si por ligações xilopiranosídicas  $\beta$  (1→4) (FERREIRA; RODRIGUES; ALVES-PRADO, 2013).

Devido a esse tipo de ligação as enzimas endógenas não possuem a capacidade de digerir a xilose, com isso a digestibilidade dos alimentos diminuem e a viscosidade intestinal aumenta (BEDFORD; PATRIDGE, 2001). Frente a esse problema a enzima do tipo xilanase começou a ser utilizada como aditivo na dieta de leitões, com o intuito de aumentar a digestibilidade das rações e diminuir a viscosidade intestinal (WERK e BOESSINGER, 1993).

As xilanases pertencem à classe das carboidrases e são obtidas através do metabolismo dos fungos *Aspergillus niger* e *Trichoderma longibrachiatum* (FERREIRA; RODRIGUES; ALVES-PRADO, 2013). São responsáveis por quebrar as ligações  $\beta$  (1→4) das xiloses, deixando as moléculas de glicose disponíveis para absorção, aumentando assim o aproveitamento deste nutriente, o que reflete em um ganho de peso maior e em uma conversão alimentar menor. Por essas características as xilanases são as enzimas mais utilizadas na dieta de suínos e aves (FREITAS, 2011).

#### 2.4.3 $\beta$ -Glucanase

As  $\beta$ -glucanases agem sobre os  $\beta$ -glucanos, estes por sua vez são um PNA que detêm como característica química as ligações  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,3, sendo que esta primeira ( $\beta$ -1,4) é responsável por aumentar a viscosidade do quimo no intestino e a última ( $\beta$ -1,3) por impedir a liberação de alguns nutrientes no momento da digestão (ZHANG et al., 2015).

Em função desses tipos de ligação os animais não ruminantes não conseguem realizar a digestão com as enzimas que são secretadas pelo seu organismo, necessitando da adição das enzimas  $\beta$ -glucanases em sua dieta (KRABBE; LORANDI, 2014).

As  $\beta$ -glucanases são enzimas pertencentes ao grupo das carboidrases, sendo a enzima incumbida por atuar sobre as ligações  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,3. Elas são obtidas através de um extrato resultante da fermentação causado pelos fungos do tipo *Tricodermae*, posteriormente estes extratos são submetidos a um processo de purificação para que seja selecionada apenas a enzima de interesse (MARQUES, 2007).

A utilização destas enzimas normalmente ocorre na forma de composto ou complexo, ou seja, em conjunto com outras enzimas, sendo mais comumente utilizada juntamente com a xilanase (KRABBE; LORANDI, 2014).

Segundo Jiang et al. (2015) que utilizou um blend das enzimas xilanases e  $\beta$ -glucanase para leitões, a conversão alimentar diminuiu mostrando que o animal aproveitou melhor os ingredientes disponíveis.

Hanczakowska et al. (2006) concluíram que a adição de enzimas  $\beta$ -glucanases e xilanases melhoram o desempenho zootécnico de leitões e que surtem um maior efeito no início da fase de creche.

#### 2.4.4 Mananase

As mananases são responsáveis por promover a hidrólise dos mananos, que são encontrados principalmente no farelo de soja (STEIN et al., 2008). Estes PNA's são pertencentes ao grupo dos carboidratos resistentes à digestão, sendo classificados como fração fibrosa da dieta (PASCOAL et al., 2010).

Quando ingeridos por animais não ruminantes as mananases acabam interferindo na digestão do alimento, bem como na absorção dos nutrientes (PASCOAL et al., 2010; JÚNIOR FERREIRA, 2014). Por apresentar esse efeito sua presença se torna um fator limitante na dieta destes animais (CARVALHO et al., 2014).

Outro fato importante a ser salientado é que os mananos também são encontrados na camada externa de fungos e bactérias, com isso eles possuem a capacidade de desencadear um efeito sobre sistema imune; onde irá promover o aparecimento de sintomas severos de doenças e aumentará os níveis de citocinas, monócitos e macrófagos. Isso provoca a diminuição na utilização dos nutrientes e o aumento no gasto energético afetando diretamente o ganho de peso dos animais (HSIAO; ANDERSON; DALE, 2006).

Diante disto constata-se que para uma nutrição de precisão é importante realizar a quebra deste componente. Com esta finalidade tem-se adotado a utilização das enzimas exógenas denominadas mananases, que atuam quebrando as ligações  $\beta$ -1,4-glicosídicas da cadeia principal de mananos (DHAWAN; KAUR, 2007) convertendo-o em um açúcar simples apto para absorção no trato gastrointestinal dos animais não ruminantes. Seguindo a ideia de melhorar a digestibilidade autores como Mok; Lee e Kim (2013) suplementaram a dieta de leitões na fase de crescimento com fitase e mananase, neste experimento também foi observada uma melhora na digestibilidade dos nutrientes.

## 2.5. PARÂMETROS SANGUÍNEOS RELACIONADOS À SAÚDE DO ANIMAL COM USO DE ENZIMAS

O sangue é um tecido conjuntivo líquido que circula pelo sistema vascular, devido a isso ele pode ser encontrado de maneira difundida por todo o corpo, exceto em pelos, córneas e dentes. Sua atividade se dá através de uma circulação fechada sendo transportado por capilares, veias e artérias. Como ele é o principal meio de transporte de oxigênio, hormônios e metabolitos qualquer distúrbio que ocorra no organismo afetará diretamente seu padrão de parâmetros (MORENO et al., 1997).

Esses padrões normalmente são constantes dentro de cada espécie animal, quando se encontra alterações pode-se dizer que o estado de saúde do animal não está do modo adequado. Sendo assim, é de grande valia ter esse monitoramento durante o período experimental para que se possa observar se houve uma melhoria, ou manutenção ou uma depressão do sistema fisiológico do animal (MINAFRA et al., 2010).

O oferecimento de rações com diferentes ingredientes e diferentes aditivos tem efeito indireto nos parâmetros sanguíneos. Os nutrientes da ração possuem um papel fundamental na resposta imune dos animais, uma vez que eles atuam como substrato e cofatores enzimáticos para a multiplicação celular dos fagócitos e linfócitos, e estão presentes na síntese de anticorpos e citocinas. Com isso quando o animal não ingere os nutrientes adequados ele acaba não desencadeando uma resposta imune ficando assim, vulnerável aos patógenos (RIBEIRO; PINHEIRO; GIANFELICE, 2008).

A energia é um excelente exemplo neste caso, pois ela participa de todos os processos metabólicos, então quando se tem uma densidade adequada de energia mesmo que o animal seja exposto a alguns fatores maléficos a sua saúde o seu sistema imune ainda assim será capaz de promover uma resposta e ativar os anticorpos (RIBEIRO; PINHEIRO; GIANFELICE, 2008).

Como a energia na maioria das vezes é proveniente dos carboidratos ingeridos na dieta, o estado nutricional do animal influencia diretamente nos níveis de glicose no plasma sanguíneo (MOREIRA et al., 2014). Este fato justifica claramente a necessidade da utilização das carboidrases nas dietas de suínos, uma vez que a mesma atua sobre os PNA's deixando os monossacarídeos (glicose) na forma livre a qual é pronto-disponível para absorção do organismo (SAKOMURA et al., 2014).

Outra característica que apresenta melhora quando se faz uso dessas enzimas é o nível de nitrogênio na ureia plasmática. Quando um alimento não é completamente

aproveitado pelo animal no momento em que ele for eliminado nas fezes será excretado também uma alta quantidade de nitrogênio (N) no meio, e isso pode contaminar o ambiente, além de que, quando o N é excretado que dizer que ele não foi utilizado para síntese proteica, com isso o animal teve seu ganho de tecido muscular comprometido (PAIANO et al., 2014).

Partindo deste princípio Pascoal et al. (2008) utilizaram um complexo enzimático a base de  $\beta$ -glucanase, galactomanase e xilanase na dieta de leitões desmamados de 6 a 30kg, quando ao realizaram a análise da ureia plasmática observaram que houve uma redução nos níveis de nitrogênio quando comparados aos animais que não consumiram o complexo enzimático. Isso mostrou que os animais que receberam o complexo de enzimas tiveram maior digestibilidade dos ingredientes, logo o nitrogênio foi mais bem aproveitado.

Vale ressaltar, que há poucos trabalhos na literatura avaliando os efeitos das enzimas carboidrases sobre esses parâmetros (MINAFRA et al., 2010), sendo necessário aprofundar e aumentar as pesquisas nesta área.

### 3 REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2016**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br>>. Acesso em: 14 set. 2016.

ANDRADE, Tiago V. et al. Efeito de fatores antinutricionais encontrados nos alimentos alternativos e seu impacto na alimentação de não- ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 06, p. 1983-2006, 2015.

BARROCA, Carlota C. **Aditivos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade**. Viçosa, 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa.

BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2001.

BELLAVER, C.; LUDKE, J.V. Consideração sobre alimentos alternativos para dietas de suínos. **Anais... Encontro Internacional de Negócios da Pecuária – ENIPEC**. Cuiabá-MS, 2004.

BERTECHINI, Antônio G. **Nutrição de Monogástricos**. Editora UFLA, p. 336-342, 2013.

BRITO, Mariany S. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p.111-117, 2008.

CABRAL, Natália O. et al. Aproveitamento dos PNA's presentes na cana-de-açúcar com adição de enzimas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 1, p. 2209-2216, 2013.

CARVALHO, Ezequiel M. **Utilização de complexo enzimático exógeno em rações para leitões desmamados entre 7 a 10 kg de peso**. Lavras, 2006. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras. 47 p.

CARVALHO, L.E. et al. Níveis de farelo de coco em rações para leitões na fase de creche. **Arch. Zootec**. v. 63, n. 242, p. 295-303, 2014.

CHAMONE, Julieta M. A. et al. Fisiologia digestiva de leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n. 5, p. 1353-1363, 2010.

CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: classification and function. **Animal Production Science**, v. 55, p.1360-1366, 2015.

CHOCT, M. et al. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the antinutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**, v. 37, p. 609-621, 2007.

DADALT, Julio C. **Balço de nutrientes e digestibilidade ideal de aminoácidos de alguns ingredientes, na presença de multi-carboidrases e fitases, usando leitões recém-desmamados**. Pirassununga, 2015. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo.

DHAWAR, Samriti; KAUR, Jagdeep. Microbial mannanases: an overview of production and applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 27, p. 197-216, 2007.

FERREIRA, L. L.; RODRIGUES, L. C. B.; ALVES-PRADO, H. F. Estudo da produção de xilanase por linhagens fúngicas. **Anais**. VII Encontro de Ciências da Vida – ENCIVI. UNESP - Ilha Solteira, 2013.

FERREIRA, C. B. et al. Associação de carboidrases e fitases em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade de poedeiras leves. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 67, n.1, p. 249-254, 2015.

FREITAS, Barbara V. **Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões**. Pirassununga, 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

HSIAO, H. Y.; ANDERSON, D. M.; DALE, N. M. Levelsof  $\beta$ -mannan in soybean meal. **Poultry Science**, v. 85, p. 1430-1432, 2006.

HANCZAKOWSKA, Ewa; URBANCZYK, Jerzy; KÜHN, Imke; SWIATKIEWICZ, M. Effect of glucanase and xylanase supplementation of feed for weaned piglets. **Ann. Anim. Sci.**, v. 6, n. 1, p. 101-108, 2006.

FERREIRA JÚNIOR, Helvio da Cruz. **Avaliação da enzima  $\beta$ -mananase em dietas para frangos de corte**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.

JIANG, X. R. et al. Effects of a blend of essential oils and an enzyme combination on nutrient digestibility, ileum histology and expression of inflammatory mediators in weaned piglets. **The Animal Consortium**, v. 9, n. 3, p. 417-426, 2015.

KRABBE, Everton L.; LORANDI, Sara. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. **Anais... VI Congresso Latino-Americano da Nutrição Animal**, 23 a 26 de Setembro de 2014. São Paulo/SP, CBNA, 2014.

KRABBER, Everton. Aplicação e Pontos Críticos no Uso de Enzimas. **Anais... I Congresso sobre Aditivos na Alimentação Animal – Enzimas – CBNA**, 30 de novembro a 01 de dezembro de 2011. Campinas/SP, 2011.

LIMA, Gustavo J. M.M.; MORÉS, Nelson. Nutrição e Diarreia de Leitões. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos – ABRAVES**, 16 a 19 de outubro de 2007. Florianópolis/SC, 2007.

LIMA, Matheus R. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 1, n. 4, p. 99-110, 2007.

MARQUES, Sonaide F. F. **Biotechnologia Enzimática: produção de complexo multienzimático de *Tchicoderma Harzianum* e sua aplicação na alimentação de frangos de corte**. Goiânia, 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Goiás.



- MINAFRA, Cibele S. et al. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com alfa-amilase de *Cryptococcus Flavus* e *Apergillus Niger* em 2003. **Rev. Bras. Zootec.**, v.39, n.12, p.2691-2696, 2010.
- MOK, C. H.; LEE, J. H.; KIM, B. G. Effects of exogenous phytase and  $\beta$ -mannanase on ileal and total tract digestibility of energy and nutrient in palm kernel expeller-containing diets fed to growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 186, p. 209-213, 2013.
- MOLLY, Koen. Formulating to solve the intestinal puzzle. **PigProgress**, v. 17, n. 8, p.20-22, 2001.
- MOREIRA, Faviano R. C. et al. Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de suínos na fase de creche, crescimento e terminação. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**, v. 15, n. 1, p. 94-107, 2014.
- MORENO, Andréia M. et al. Colheita e Processamento de Amostras de Sangue em Suínos para Fins de Diagnósticos. **Comunicado Técnico...** EMBRAPA Suínos e Aves. Concórdia/SC: 30 p, doc: 41, 1997.
- NELSON, DAVID L.; COX, Michael M. **Lehninger – Principles of Biochemistry**. 3<sup>th</sup> Ed. New York: Worth Publishers, 2002.
- NERY, Victor L. H. et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 ao 30kg de peso. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 3, p. 794-802, 2000.
- OFFICER, D. I. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre- and post-weaning periods. **Animal Feed Science Technology**. v. 56, p. 55-65, 1995.
- PAIANO, Diovani. et al. Farelo de algodão na alimentação de suínos (30-90 kg). **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**. v. 15, n. 3, p. 790-800, 2014.
- PASCOAL, Leonardo A. F. et al. Complexo enzimático em dietas simples sobre os parâmetros séricos e a morfologia intestinal de leitões. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**, v. 9, n. 1, p. 117-119, 2008.
- PASCOAL, Leonardo A. F.; SILVA, Ludmila P. G. Adição de enzimas exógenas nas dietas de leitões desmamados. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 273-283, 2005.
- PASCOAL, Leonardo A. F. et al. Inclusão de farelo de coco em dietas para suínos em crescimento com ou sem suplementação enzimática. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**. v. 11, n. 1, p 160-169, 2010.
- PIOVESAN, Vanessa; OLIVEIRA, Vladimir; GEWEHR, Clóvis E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Rev.Ciênc. Rural**, v. 41, n. 11, p. 2014-2019, 2011.
- RIBEIRO, ANDRÉIA M. L.; PINHEIRO, Cátia C.; GIANFELICE, Mario. Nutrientes que Afetam a Imunidade dos Leitões. **Acta Sci. Veterinae**, v. 36, p. 119-124, 2008.

ROTTER, B. A. The future of crude enzyme supplements in pig nutrition. **Pig News and Information**, v. 11, n. 1, p. 15-17, 1990.

SANTOS, Leticia S.; MASCARENHAS, Alessandra G.; OLIVEIRA, Helder F. Fisiologia digestiva e nutrição pós-desmame em leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 13, n. 1, p. 4570-4584, ISSN: 1983-9006, 2016.

SAKOMURA, Nilva K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 678 p, 2014.

STEIN, H.H. et al. Nutricional properties and feed in gvalues of soy beans and their co-products. IN: JOHNSON, L.A.; WHITE, P.J.; GALLOWAY, R. **Soy beans chemistry, production, processing and utilization**. Urbana: AOCS Press, p. 613-660, 2008.

TARVENARI, Fernando C. et al. Polissacarídeo não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 5, p. 673-689, 2008.

TEIXEIRA, Alexandre O. et al. Utilização de Enzimas Exógenas em Dietas com Diferentes Fontes e Níveis de Proteína para Leitões na Fase de Creche. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 3, p. 900-906, 2005.

TOKACH, M. D. et al. Effect of soy proteín sources on nursery pig performance. **Kansas Agricultural Experient Station Research**, v. 1, n. 7, 2015.

VAN SOEST, P.J. **Comparative fiber requirements of ruminants and non ruminants**. In: Cornell Nutrition Conference, 1985, Ithaca. Proceeding. New York: Cornell University Press, p.52-60, 1985.

VENTE-SPREEUWERBERG, M. A. M; VERDONK, J. M. A. J.; BAKKER, G. C. M. et al. Effect of dietary protein source on feed intake and small intestinal morphology in newly weaned piglets. **Livestock Production Science**, v. 86, n. 1, p. 169-177, 2004.

WENR, C.; BOESSINGER, M. **Enzymes in Animal Nutrition**. All tech Biotechnology Center. F. Hoffmann – La Roche Ltd. Proceedings of the 1<sup>st</sup> Symposium, 1993.

WOYENGO, T. A.; BELTRANEMA, E.; ZILSTRA, R. Controlling feed coast by including alternative ingredients into pigs diets: a review. **Jornal Animal Science**, v. 94, p. 1293-1305, 2014.

ZHANG, Xian-weil. et al. Characterization of dual enzyme resulted from bicistronic expression of two  $\beta$ -glucanases in porcine cells. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 4, p. 732-740, 2015.

## **4 OBJETIVOS**

### 4.1 Objetivo geral

Avaliar um complexo multienzimático (CME) na dieta de leitões na fase inicial de 15 a 30 kg de peso vivo (PV).

### 4.2 Objetivos específicos

1. Avaliar o efeito do complexo multienzimático (CME) sobre o desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de leitões de 15 a 30 kg de PV.

2. Avaliar a viabilidade econômica da inclusão do complexo multienzimático na dieta de leitões de 15 a 30 kg de (PV).

## **5 EFEITO DE UM COMPLEXO MULTIENTZIMÁTICO SOBRE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE LEITÕES NA FASE INICIAL**

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de um complexo multienzimático na dieta de leitões na fase inicial sobre as variáveis de desempenho zootécnico, parâmetros sanguíneos e viabilidade econômica. Para isso foram utilizados 80 leitões, sendo 40 machos castrados e 40 fêmeas, ambos da mesma linhagem comercial, distribuídos em um delineamento experimental de blocos casualizados, num esquema fatorial 2x2, sendo 2 dietas de controle (positivo e negativo) e 2 níveis de enzimas (com e sem). Os resultados demonstram que não houve diferença significativa dos tratamentos ( $P < 0,05$ ) sobre as variáveis de desempenho zootécnico e dos parâmetros sanguíneos de leitões na fase inicial. A viabilidade econômica, IEE e IC foi melhor quando se utilizou uma dieta controle negativo suplementada com CME em comparação com as demais dietas experimentais. Podendo assim concluir que a suplementação do complexo multienzimático é capaz de manter o desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de leitões mesmo quando alimentados com dietas que apresentem déficit de energia, e além disso, melhora o custo de produção.

**Palavras-chave:** enzimas exógenas, nutrição não ruminantes, produção de leitões.

**EFFECT OF A MULTIENZYMATIC COMPLEX ON ZOOTECHNICAL  
PERFORMANCE AND BLOOD PARAMETERS OF PUPPIES IN THE INITIAL  
PHASE**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of a multienzymatic complex in the diet of piglets in the initial phase on the variables of zootechnical performance, blood parameters and economic viability. For this purpose, 80 piglets were used, 40 castrated males and 40 females, both of the same commercial strain, distributed in a randomized complete block design, in a 2x2 factorial scheme, two control diets (positive and negative) and two enzyme levels (with and without). The results showed that there was no significant difference of the treatments ( $P < 0.05$ ) on the variables of growth performance and the blood parameters of piglets in the initial phase. The economic viability, IEE and IC were better when using a negative control diet supplemented with CME in comparison to the other experimental diets. Therefore, it can be concluded that the supplementation of the multienzymatic complex is able to maintain the growth performance and blood parameters of piglets even when fed diets that present energy deficit, and also improves the cost of production

**Keywords:** animal nutrition, exogenous enzymes, production of piglets.

## 6 INTRODUÇÃO

Na busca de uma suinocultura eficiente têm-se adotado práticas de manejo que maximizem a produção de leitões, uma delas é o manejo de desmame precoce, aos 21 dias de idade. Essa prática é realizada com o intuito de diminuir o intervalo entre partos e aumentar a produtividade das porcas, aumentando o número de partos por ano e, conseqüentemente, a quantidade de leitões desmamados e terminados (LIMA; MORÉS, 2007).

Entretanto, esta fase de desmame é um dos pontos mais críticos da atividade, visto que é quando ocorre uma mudança brusca de alimento líquido (leite) para o sólido (ração) e os animais ainda não estão aptos para digerir este tipo de alimento, pois seus sistemas digestório e imunológico ainda estão em desenvolvimento. Sendo assim, as secreções enzimáticas ainda não são capazes de atuar de maneira inadequada, o que desencadeia uma digestão incompleta dos ingredientes e suas exigências nutricionais acabam por não serem atendidas corretamente (PASCOAL et al., 2008).

Diante disso, nesta fase em especial devem ser oferecidos aos animais alimentos com boa palatabilidade e alta digestibilidade para que, deste modo, os animais sejam estimulados a consumir a ração e consigam absorver todos os nutrientes necessários para atender suas exigências nutricionais (BERTECHINI, 2013).

Os ingredientes base das rações para suínos são o milho e o farelo de soja, pois estes quando associados possuem o perfil nutricional ideal para suprir as necessidades fisiológicas desses animais (WOYENGO; BELTRANEMA; ZILSTRA, 2014)

Contudo, ambos os ingredientes possuem em sua composição estruturas complexas, conhecidas como polissacarídeos não amiláceos (PNA's), que são componentes da parede celular e possuem ligações do tipo  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,6 as quais não podem ser clivadas pelas enzimas secretadas pelos leitões na fase de creche (CHOCT, 2015).

O não rompimento dessas ligações implica na limitação da utilização dos nutrientes por parte do animal, este efeito ocorre devido à produção de viscosidade intestinal que aumenta a taxa de passagem e da produção flatos no intestino grosso, estes fatores acabam afetando diretamente o desenvolvimento e o desempenho zootécnico dos animais (FERREIRA et al., 2015).

Em virtude disso teve início a utilização das enzimas exógenas na dieta de leitões. Enzimas que são capazes de realizar o rompimento dessas ligações fazendo com que se tenha um melhor aproveitamento dos nutrientes (BEDFORD; PATRIDGE, 2001).

Ao adicionar as enzimas exógenas nas dietas espera-se melhorar o aproveitamento dos ingredientes, obter melhor absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, um melhor desempenho zootécnico, além de se reduzir os níveis de inclusão de alguns ingredientes, já que eles serão melhores aproveitados, o que resulta na redução de custo com alimentação (NERY et al., 2000; ALMEIDA et al., 2008; CABRAL et al., 2013).

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo utilizar um complexo multienzimático na dieta de leitões na fase inicial (15 - 30 kg), com o intuito de avaliar seu efeito sobre as variáveis de desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos, além de analisar a viabilidade econômica da utilização deste complexo.

## **7 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi avaliado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UTFPR), protocolo 2015-027, e seguiu as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) em anexo (página nº48 e 49).

### **LOCAL E INSTALAÇÕES**

O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (25°42' S, e 53°03' W, a 519 metros de altitude) no estado do Paraná na Unidade de Ensino e Pesquisa da Suinocultura (UNEP).

O galpão utilizado para a pesquisa é convencional, de alvenaria, coberto com telhas cerâmicas, possui 40 baias de 90cm de largura por 1,20cm de comprimento (área útil de 1,08m<sup>2</sup>), possui divisórias de grades de ferro entre as baias, piso de concreto compacto e canaletas ao fundo das baias para o escoamento dos dejetos. Os comedouros são frontais do tipo calha e os bebedouros tipo “chupeta” na parte posterior. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

## ANIMAIS

Foram utilizados 80 leitões (40 machos e 40 fêmeas) híbridos de linhagem comercial de alto potencial genético, sendo alojados um macho e uma fêmea por baia. O peso médio inicial dos animais no alojamento era de 16,88 kg  $\pm$  2,69 kg (média  $\pm$  desvio padrão) e 42 dias de idade.

## DIETAS EXPERIMENTAIS

Os tratamentos consistiram: T1-controle negativo + Complexo multienzimático (CME); T2: controle negativo; T3: controle positivo + CME; T4: controle positivo. Sendo o controle negativo uma dieta formulada com os níveis de energia (3005,453 kcal/kg) abaixo da exigência dos animais e o controle positivo uma dieta formulada com nível de energia (3206,093 kcal/kg) que atende as exigências dos animais. O CME utilizado nos tratamentos 1 e 3 é um complexo enzimático comercial a base de xilanase (20.000 u/g), amilase (120.000 u/g), beta-glucanase (7.500 u/g) e mananase (250 u/g). Sendo a dose utilizada recomendada pelo fabricante do produto (50 g/ton).



## COMPOSIÇÃO DAS DIETAS

As dietas experimentais (TABELA 1) eram compostas por milho e farelo de soja, núcleo para leitões de 15 a 30 kg para atender as exigências nutricionais conforme as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

**TABELA 1 – Composição das dietas experimentais**

<b>Ingredientes (kg)</b>	<b>T1-controle negativo + CME</b>	<b>T2 – controle negativo</b>	<b>T3- controle positivo + CME</b>	<b>T4- controle positivo</b>
Milho	552,00	552,00	552,00	552,00
Farelo de soja 45%PB	346,30	346,30	346,30	346,30
Óleo de soja	-	-	22,80	22,80
Caulin	31,70	31,70	8,90	8,90
Núcleo 1	70,00	-	70,00	-
Núcleo 2	-	70,00	-	70,00
<b>TOTAL</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>1000,00</b>
<b>Níveis nutricionais calculados</b>				
Umidade (%)	10,35	10,35	10,35	10,35
Proteína bruta (%)	20,45	20,45	20,45	20,45
Extrato Etéreo (%)	2,60	2,60	4,86	4,86
Ác. Linolêico (Ômega 6) (%)	1,36	1,36	2,56	2,56
Fibra Bruta (%)	2,79	2,79	2,79	2,79
Mongin (Na + K - Cl) (%)	193,13	193,13	193,13	193,13
Energia Met. Aparente (Kcal/Kg)	3005,45	3005,45	3206,09	3206,09
Lisina (%)	1,21	1,21	1,21	1,21
Lisina Dig. (%)	1,10	1,10	1,10	1,10
Metionina (%)	0,30	0,30	0,30	0,30
Metionina + Cistina (%)	0,63	0,63	0,63	0,63
Met + CisDig. (%)	0,56	0,56	0,56	0,56
Treonina (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Treonina Dig. (%)	0,69	0,69	0,69	0,69
Triptofano (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
TriptofanoDig. (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Arginina (%)	1,37	1,37	1,37	1,37
Arginina Dig. (%)	1,30	1,30	1,30	1,30
Rel. M+CDig:LisDig (%)	0,51	0,51	0,51	0,51
Rel. TreDig:LisDig (%)	0,62	0,62	0,62	0,62
Rel. TriDig:LisDig (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Rel. ArgDig:LisDig (%)	1,18	1,18	1,18	1,18
Cálcio (%)	0,72	0,72	0,72	0,72
Fósforo Total (%)	0,58	0,58	0,58	0,58
Fósforo Útil (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Cloro (%)	0,37	0,37	0,37	0,37
Potássio (%)	0,79	0,79	0,79	0,79
Matéria Mineral (%)	10,72	10,72	8,48	9,48
Colina (mg/Kg)	1246,03	1246,03	1246,03	1246,03
Colinstina	40,00	40,00	40,00	40,00
Complexo Multienzimático (g/ton)	50,00	-	50,00	-

## ANÁLISE DE DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA

Os animais foram pesados individualmente no início e ao final do experimento para mensuração do ganho de peso. Para avaliação do consumo de ração foi mensurado o fornecimento de ração e contabilizadas as sobras. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso.

A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram registradas diariamente às 8h30, 16h e 21h através de dois termohigrômetros distribuídos ao longo do galpão e com o sensor na altura dos animais. A partir dos dados coletados foram calculadas a temperatura média diária, a temperatura média máxima e mínima no experimento, sendo elas, respectivamente, 21,5°; 21,84° e 18,76°, conforme demonstrado na TABELA 2.

**TABELA 2 – Temperatura e umidade durante o período experimental**

	TEMPERATURAS (°C)			UMIDADE RELATIVA (%)		
	MÁX	MÍN	MÉDIA	MÁX	MÍN	MÉDIA
<b>MANHÃ (08h30)</b>	24,85	18,18	21,50	78,00	57,00	68,00
<b>TARDE (16h)</b>	23,88	19,80	21,84	70,00	61,00	66,00
<b>NOITE (21h)</b>	20,94	16,58	18,76	77,00	66,00	72,00

Para a avaliação da viabilidade econômica foram levantados os preços das matérias-primas utilizadas para a obtenção dos custos das rações experimentais na região de Dois Vizinhos/PR, conforme TABELA 3. O custo dos núcleos foi o valor informado pelo fabricante e já estava incluso o valor do CME (núcleo 1).

**TABELA 3 – Valores de ingredientes utilizados nas dietas experimentais**

Itens	Quantidade (sc*)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Milho (60 kg)	37	50,00	1.850,00
Farelo de Soja (60 Kg)	24	40,00	960,00
Núcleo com CME (25 kg)	12	39,00	468,00
Núcleo sem CME (25 kg)	12	37,75	453,00
Caulin (60 kg)	3	40,00	120,00
Óleo de Soja (10 litros)	5	16,40	82,00
Total			3.933,00

\*sc=sacos dos insumos

Foi calculado o custo da ração por quilograma de peso vivo ganho, segundo Bellaver; Fialho e Protas (1985) conforme descrito a seguir:  $Y_i$  (R\$/kg) =  $Q_i \times P_i / G_i$ , em que:  $Y_i$  = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i-ênésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no i-ênésimo tratamento;  $P_i$  = preço por kg da ração utilizada no i-ênésimo tratamento e;  $G_i$  = ganho de peso do i-ênésimo tratamento.

Calculou-se também o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia descrita por Gomes et al. (1991), sendo,  $IEE$  (%) =  $M_{Ce} / C_{Tei} \times 100$  e  $IC$  (%) =  $C_{Tei} / M_{Ce} \times 100$ , em que:  $M_{Ce}$  = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos;  $C_{Tei}$  = custo do tratamento i considerado.

### ANÁLISES DE PARÂMETROS SANGUÍNEOS

Para avaliação de parâmetros sanguíneos os animais foram submetidos a um jejum de quatro horas, posteriormente foi oferecido ração por uma hora e, em seguida, um novo jejum com duração de uma hora. Ao final desta se iniciou a colheita de 10 mL de sangue por punção da veia cava anterior de um animal por unidade experimental (COMUNICAÇÃO PESSOAL com Prof. Dr. Ivan Moreira e Prof. Dr. Paulo Pozza)

O sangue foi distribuído em tubos vacuolizados devidamente identificados, sendo 5 mL com anticoagulante EDTA para determinação das concentrações de hemácias ( $mm^3 \times$

$10^3$ ), hemoglobina (%), hematócrito (%), leucócitos ( $\text{mm}^3$ ) e contagem diferencial de leucócitos, calculando-se as porcentagens de: eosinófilos, neutrófilos bastonetes, neutrófilos segmentados, linfócitos, monócitos e a contagem de plaquetas; os 5 mL restantes, sem anticoagulante, foram utilizados para a dosagem de imunoglobulinas e exames bioquímicos (proteína total, albumina, uréia, colesterol, triglicerídeos, fósforo, cálcio e magnésio).

As amostras permaneceram refrigeradas em caixas térmicas durante o tempo de coleta até a chegada ao laboratório de análises clínicas, não permanecendo por maior intervalo do que o necessário para estes procedimentos, garantindo a conservação correta e o sucesso das avaliações sanguíneas. A determinação das concentrações de hemácias, hemoglobina, hematócrito e contagem de plaquetas foi realizada em um analisador hematológico automático, para a contagem diferencial dos leucócitos foi realizado esfregaço sanguíneo e a leitura se deu através de um microscópio óptico.

As amostras de sangue sem anticoagulante foram centrifugadas a 2.500 rpm por 10 minutos para obtenção de soro e as alíquotas foram acondicionadas em microtubos de plástico, identificadas e mantidas a  $-20^\circ\text{C}$  até a realização das provas bioquímicas.

Os métodos utilizados para essas provas foram: proteínas totais pelo método do biureto, ureia pelo método da urease, albumina pelo método do verde de bromocresol, enzima aspartato aminotransferase por método enzimático, colesterol total pelo método do colesterol esterase oxidase, triglicerídeos pelo método glicerol-3-fosfato-oxidase, fósforo pelo método do molibdato de amônio, cálcio pelo método púrpura de ftaleína e magnésio pelo método de magon sulfonada. Todas as análises foram feitas no aparelho semiautomático Bioplus 200<sup>®</sup>, utilizando os Kits Comerciais da Labtest Diagnóstica S.A. Brasil.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×2, sendo duas dietas controles (negativo e positivo) e dois níveis de enzimas adicionados na dieta (0 e 50 g/ton) totalizando quatro tratamentos, dez repetições por tratamento e dois leitões (um macho e um fêmea) por unidade experimental (UE).

Os 80 animais (40 machos e 40 fêmeas) foram pesados individualmente e distribuídos de acordo com peso inicial nas baias experimentais, de forma a blocar de acordo com o peso inicial, para que não houvesse efeito do peso nos tratamentos.

As análises estatísticas dos dados de desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos foram submetidos à análise de variância, adicionalmente os efeitos de tratamento foram comparados através de análise fatorial para avaliar os efeitos do CME, e havendo significância estatística foi aplicado o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico Statistix®.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 8.1 Desempenho dos leitões na fase inicial

Conforme observado na tabela 4, observa-se que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da interação ou dos fatores isolados (controles e níveis de enzimas) sobre as variáveis de desempenho avaliadas. Apesar de não haver diferença significativa, esperava-se com este trabalho que a dieta controle negativo (dieta que não atenda as exigências nutricionais diária dos leitões) suplementada com CME apresentasse resultado semelhante à dieta controle positivo que apresentava os níveis nutricionais de acordo com as exigências dos animais na fase inicial. Baseado na hipótese de que o CME suplementado a uma dieta controle negativo fosse capaz de melhorar a digestibilidade de nutrientes, em especial de energia, sem prejudicar o desempenho e parâmetros sanguíneos dos animais quando

comparado a uma dieta controle positivo. Além disso, se esperava uma redução no custo de produção sem afetar o desempenho dos animais e parâmetros sanguíneos.

Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com Kim et al. (2006), que observaram que a suplementação de um complexo enzimático a base de  $\alpha$ -galactosidade,  $\beta$ -1,4-mananase e  $\beta$ -1,4-mananosidade em dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (3.969; 4.187; 4.182; 4.174 Kcal/kg) não observaram melhora ( $P>0,05$ ) na digestibilidade, CR, GP e CA de leitões.

Do mesmo modo Freitas (2011) observou que a suplementação de enzimas em dietas de leitões na fase inicial, com uma redução de 110 kcal/kg de energia. Não apresentou diferença significativa ( $P>0,05$ ), quando comparado com uma dieta que apresentava um nível de energia que atende a exigência nutricional do animal, observando somente um aumento numérico no ganho de peso dos animais.

Semelhantemente Xuan et al. (2000) e Nery et al. (2000) que testaram um complexo das enzimas  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, xilanase,  $\beta$ -glucanase, protease, celulase e pectinase e observaram que os complexos multienzimáticos não promoveram uma diferença significativa sobre as variáveis de consumo diário de ração (CDR), ganho de peso (GP) de leitões.

Teixeira et al. (2005) pesquisou níveis (0; 0,2; 0,4; 0,6) de um complexo multienzimático contendo amilase, protease e celulase na dieta de leitões, e observou que o aumento da inclusão das enzimas nas dietas causou um progresso linear numérico do ganho de peso (12,19; 12,36; 12,80; 12,43) e no consumo médio de ração (491; 489; 514; 591), apesar dos resultados não apresentarem diferença significativa nas variáveis.

**TABELA 4 – Desempenho zootécnico de leitões na fase inicial com a utilização de um complexo multienzimático (CME)**

<b>INTERAÇÃO DOS FATORES</b>					
	<b>CR<sup>1</sup>(kg)</b>	<b>GP<sup>2</sup> (kg)</b>	<b>CDR<sup>3</sup> (kg)</b>	<b>GPD<sup>4</sup> (kg)</b>	<b>CA<sup>5</sup> (kg)</b>
<b>CN + CME</b>	26,821	12,810	1,276	0,609	2,108
<b>CP + CME</b>	27,814	13,495	1,324	0,642	2,079
<b>CN</b>	28,795	12,527	1,370	0,596	2,396
<b>CP</b>	28,661	13,168	1,364	0,626	2,186
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns
SE**	1,862	0,956	0,088	0,045	0,165
<b>FATORES ISOLADOS</b>					
<b>CN</b>	27,808	12,669	1,323	0,602	2,252
<b>CP</b>	28,238	13,331	1,344	0,634	2,128
Valor de P	ns*	ns	ns	ns	ns
<b>Com CME</b>	27,318	13,153	1,300	0,625	2,089
<b>Sem CME</b>	28,728	12,848	1,367	0,611	2,291
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns
SE	1,316	0,676	0,062	0,032	0,117
***CV (%)	14,860	16,460	14,870	16,480	16,900

\* ns = não significativo; \*\*SE= Standard error for comparison; \*\*\* CV(%)= Coeficiente de variação; <sup>1</sup>CR = Consumo de ração; <sup>2</sup>GP= Ganho de peso; <sup>3</sup>CDR= Consumo de ração diário; <sup>4</sup>GPD= Ganho de peso diário; <sup>5</sup>CA= Conversão Alimentar

Em outro trabalho Rodrigues et al. (2002) testou um complexo multienzimático (xilanase, amilase,  $\beta$  - glucanase e pectinase) suplementado 1 kg/ton em dois tratamentos com substituição de milho (3305 kcal/kg) por sorgo (3295 kcal/kg). Em seus resultados os autores observaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ), onde as dietas que continham o complexo multienzimático proporcionaram uma melhora de 3,51% no ganho de peso e de 6,45% na CA.

Kim et al. (2013) avaliou dietas com diferentes níveis de energia (13.7 e 14.0 MJ/Kg) e com suplementação de enzima (400 u/kg de  $\beta$  – glucanase), e observou que a dieta com a inclusão da enzima, resultou um melhor ganho de peso (81,2 e 82,4 Kg *versus* 79.7 e 81.5 Kg) em comparação com as dietas que continham menor nível de energia sem a inclusão da enzima.



Por outro lado, os resultados observados por Ruiz et al. (2008) diferem dos resultados observados neste trabalho e pelos autores anteriores. Pois foi observado que a dieta controle negativo (3.234 Kcal/kg) com a suplementação de um complexo multienzimático, apresentou piores valores de ganho de peso, consumo de ração e ganho de peso, quando comparado com uma dieta controle positivo (3.300 Kcal/kg). Mostrando assim que as enzimas não melhoraram a digestibilidade, deste modo a ração deficiente de energia afetou negativamente o desempenho zootécnico dos leitões.

## **8.2 Parâmetros Sanguíneos**

Conforme observado nas tabelas 5, 6 e 7 observa-se que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da interação ou dos fatores isolados (controles e níveis de enzimas) sobre as variáveis de parâmetros sanguíneos avaliados.

Por meio desses resultados pôde-se observar que a dieta fornecida aos animais não alterou os parâmetros bioquímicos do sangue, fato que é extremamente importante para a saúde dos animais. Sendo assim, através de interpretação individual de cada variável pode-se compreender melhor os efeitos desta enzima no organismo do animal.

**TABELA 5 – Parâmetros bioquímicos do sangue de leitões**

<b>FATORES (g/dL)</b>	<b>URE<sup>1</sup></b>	<b>Ca<sup>2</sup></b>	<b>Mg<sup>3</sup></b>	<b>P<sup>4</sup></b>	<b>PROT<sup>5</sup></b>	<b>TRG<sup>6</sup></b>	<b>COL<sup>7</sup></b>	<b>ALB<sup>8</sup></b>	<b>GLO<sup>9</sup></b>
<b>Referência</b>	<b>21,4 – 64,2</b>	<b>7,1 – 11,6</b>	<b>2,7 – 3,7</b>	<b>5,3 – 9,6</b>	<b>7,9 – 8,9</b>	<b>-</b>	<b>35 - 54</b>	<b>1,8 – 3,3</b>	<b>-</b>
<b>INTERAÇÃO DOS FATORES</b>									
<b>CN + CME</b>	40,870	10,930	2,350	10,210	5,870	36,000	77,500	2,921	2,949
<b>CP + CME</b>	40,400	10,760	2,280	9,870	5,660	41,100	81,600	2,833	2,777
<b>CN</b>	45,270	11,080	2,270	9,520	5,640	34,800	79,600	2,927	2,713
<b>CP</b>	40,410	11,090	2,280	10,240	5,940	51,100	76,200	2,951	2,989
Valor de P	ns*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SE**	2,658	0,238	0,102	0,538	0,221	7,885	5,141	0,194	0,202
<b>FATORES ISOLADOS</b>									
<b>CN</b>	43,070	11,005	2,310	9,865	5,755	35,400	78,550	2,924	2,831
<b>CP</b>	40,405	10,925	2,280	10,055	5,800	46,100	78,900	2,917	2,883
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Com CME</b>	40,635	10,845	2,315	10,040	5,765	38,550	79,550	2,902	2,863
<b>Sem CME</b>	42,840	11,085	2,275	9,880	5,790	42,950	77,900	2,939	2,851
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SE	1,879	0,168	0,072	0,380	0,156	5,766	3,635	0,137	0,143
***CV (%)	14,240	4,870	9,950	12,080	8,580	43,270	14,600	14,880	15,860

<sup>1</sup>= Valores de referência para parâmetros bioquímicos de leitões; \* ns = não significativo; \*\*SE= Standard error for comparison; \*\*\* CV(%)= Coeficiente de variação; <sup>1</sup>Ureia (URE); <sup>2</sup>Cálcio (Ca); <sup>3</sup>Magnésio (MG), <sup>4</sup>Fosforo (P); <sup>5</sup>Proteínas Totais (PROT); <sup>6</sup>Triglicérides (TRG); <sup>7</sup>Colesterol (COL); <sup>8</sup> Albumina (ALB) e <sup>9</sup>Globulina (GLO).

Apesar de não ter observado diferença significativa da interação ou dos fatores isolados sobre os parâmetros bioquímicos do sangue, observa-se que os níveis de ureia estavam dentro da faixa esperada de 21,4 a 64,2 g/dL. Esta informação é importante, pois a partir dela pode-se observar a qualidade da proteína ingerida. Além disso, essa análise indica o quanto dos aminoácidos está sendo aproveitados para a síntese protéica. Logo, quando os seus níveis estão altos ( $< 64,2$  g/dL) aponta que a utilização da proteína dietética está ineficiente ou há um excesso de proteína na dieta (LAZERRI et al., 2011).

Pôde-se também observar que nas análises de Ca, Mg, P, proteínas totais e albumina os valores encontrados estão dentro da faixa ideal para leitões nesta fase, mostrando que não houve interferência, nem danos no fígado dos animais. Contudo, quando avaliado os fatores isoladamente observamos que a enzima causou aumento nos níveis de P e Mg, e isso pode ter ocorrido devido a matriz nutricional do fabricante (confidencial) e não disponibilizada ao estudo.

As proteínas totais e as albuminas indicam como o metabolismo está se comportando, ou seja, é a partir desses exames que se observa se está ocorrendo falhas na ingestão, digestão, absorção e metabolização de proteínas (LOPES; BIONDO; SANTOS, 2007).

Do mesmo modo, não houve diferença significativa, da interação ou fatores isolados sobre a variável globulina. Não foi encontrado, na literatura o nível ideal desta para leitões, mas acredita-se que esteja dentro de valores normais vistos que é muito semelhante aos dos cães 2.7 – 4.4 g/dL (LOPES; BIONDO; SANTOS, 2007).

As globulinas são as principais responsáveis por realizar o transporte de lipídeos, hemoglobinas, proteases e ferro, sendo ainda precursoras de fatores de complemento do sistema imune, da fibrina e da imunidade humoral (LOPES; BIONDO; SANTOS, 2007).

Diante disso, qualquer alteração nessas variáveis acaba por alterar o sistema imunológico dos animais, afetando diretamente a sanidade do mesmo.

Da mesma maneira, os testes de colesterol e triglicerídeos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos; ambos são influenciáveis pelo teor energético e de gordura ingeridas na ração (PASCOAL et al., 2008). Entretanto pode-se observar que os níveis de colesterol no sangue dos leitões estavam acima dos valores de referência > 35 – 54 g/dL.

Do mesmo modo, não houve diferença significativa, da interação ou fatores isolados sobre as variáveis dos exames de eritrograma (TABELA 6). O exame de eritrograma é realizado para se saber os níveis dos glóbulos vermelhos. Através dele se obtém a contagem de hemácias, hematócrito, hemoglobina, a concentração de cada uma delas, o volume e o tipo de cada uma (hipocrômica ou normocrômica), então através desses itens em conjunto se faz a interpretação do laudo, o qual indica se há ou não a ocorrência de anemia nos animais (LOPES; BIONDO; SANTOS, 2007).

Levando em consideração os animais deste experimento o estado de saúde dos mesmos é considerado adequado dentro do padrão, não apresentando quadros de anemias. Mostrando assim, que as dietas atenderam as exigências nutricionais sem causar danos à saúde dos animais, mesmo quando se usa CN + CME (dieta sem atender as exigências nutricionais + complexo multienzimático) para reduzir custos.

**TABELA 6 – Exames de eritrograma de leitões**

<b>FATORES</b>	<b>HM (g/dL)<sup>1</sup></b>	<b>HMT (g/dL) <sup>2</sup></b>	<b>HG(g/dL)<sup>3</sup></b>	<b>VCM(fl)<sup>4</sup></b>	<b>HCM(pg)<sup>5</sup></b>	<b>CHCM(%<sup>6</sup></b>	<b>RDW(%<sup>7</sup></b>
<b>Referência</b>	-	-	<b>10.0 - 16.0</b>	<b>50 -68</b>	<b>17 - 21</b>	-	-
<b>INTERAÇÃO DOS FATORES</b>							
<b>CN + CME</b>	6,670	38,400	12,019	57,828	18,697	32,586	22,900
<b>CP + CME</b>	7,138	39,970	12,090	56,066	16,959	30,181	24,450
<b>CN</b>	7,012	40,770	12,280	58,109	17,506	30,136	24,160
<b>CP</b>	7,086	40,520	12,290	57,296	17,371	30,339	22,180
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SE**	0,311	2,072	0,430	1,685	0,960	1,883	1,422
<b>FATORES ISOLADOS</b>							
<b>CN</b>	6,814	39,585	12,150	57,968	18,101	31,361	23,530
<b>CP</b>	7,112	40,245	12,190	56,681	17,165	30,260	23,315
Valor de P	ns*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Com CME</b>	6,877	39,185	12,054	56,947	17,828	31,384	23,675
<b>Sem CME</b>	7,049	40,645	12,285	57,702	17,438	30,237	23,170
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SE	0,220	1,465	0,304	1,192	0,679	1,331	1,005
***CV (%)	10,010	11,610	7,910	6,580	12,180	13,670	13,580

<sup>1</sup>= Valores de referência para parâmetros bioquímicos de leitões; \* ns = não significativo; \*\*SE= Standard error for comparison; \*\*\*CV(%)= Coeficiente de variação; <sup>1</sup>Hemácias (HM); <sup>2</sup>Volume corpuscular médio (VCM); <sup>3</sup>Hemoglobina corpuscular médio (HCM); <sup>4</sup>Concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM); <sup>5</sup>Hemoglobina (HG); <sup>6</sup>Hematócrito (HMT); <sup>7</sup>Tamanho da hemoglobina (RDW).

Conforme observado na tabela 7 observa-se que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da interação ou dos fatores isolados (controles e níveis de enzimas) sobre as variáveis de leucograma avaliados, exceção para as variáveis eosinófilo e bastonete que apresentou efeito significativo ( $P<0,05$ ) para a interação dos fatores.

Os resultados obtidos através do leucograma observa-se que os valores encontrados neste experimento em comparação com os valores de referência são menores. Além disso, houve uma redução na contagem dos linfócitos e monócitos o que pode indicar que está ocorrendo um comprometimento do sistema imunológico.

Com relação às variáveis eosinófilo e bastonete, podemos observar que a interação dos fatores foi significativa ( $P<0,05$ ). Sendo assim, a dieta CP+CME apresentou maior nível de bastonetes comparados aos demais tratamentos e a dieta CN+CME apresentou o menor nível de bastonetes comparados aos demais tratamentos. Porém, todos os níveis encontram-se dentro do valor de referência (0 - 4  $\mu\text{l}/\%$ ) estipulado por Kaneko (2008). Por outro lado, o nível de eosinófilos foi menor na dieta CP+CME e CP e maior na dieta CN+CME quando comparado com demais tratamentos. Porém, os tratamentos estão com os níveis de eosinófilos dentro do padrão de 1 - 11.0 ( $\mu\text{L}/\%$ ) estipulado por Kaneko (2008).

**TABELA 7– Exame de leucograma de leitões**

<b>FATORES</b>	<b>BAS<sup>2</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>BST<sup>3</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>EO<sup>4</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>LEU<sup>5</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>LIN<sup>6</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>MNO<sup>7</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>NEU<sup>8</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>PLQ<sup>9</sup>(<math>\mu</math>l)</b>	<b>SG<sup>10</sup>(<math>\mu</math>l)</b>
<b>Referência</b>	<b>0 – 2</b>	<b>0 - 4</b>	<b>1 - 11.0</b>	<b>11.00 - 22.00</b>	<b>39 - 62</b>	<b>2 -10.0</b>	<b>28 - 47</b>	<b>100 – 900</b>	<b>-</b>
<b>INTERAÇÃO DOS FATORES</b>									
<b>CN + CME</b>	0,000	0,100 <sup>b</sup>	1,600 <sup>a</sup>	6,919	57,100	0,300	41,000	299,700	40,900
<b>CP + CME</b>	0,000	1,500 <sup>a</sup>	0,300 <sup>b</sup>	7,532	45,500	0,500	53,700	239,500	52,200
<b>CN</b>	0,000	0,900 <sup>ab</sup>	0,600 <sup>ab</sup>	6,903	48,800	0,600	50,000	282,600	49,100
<b>CP</b>	0,000	0,700 <sup>ab</sup>	0,500 <sup>b</sup>	9,413	53,500	0,200	45,800	280,800	45,100
Valor de P	ns	0,011	0,042	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SE**	0,000	0,424	0,404	1,111	6,306	0,321	6,490	35,741	6,313
<b>FATORES ISOLADOS</b>									
<b>CN</b>	0,000	0,500	1,100 <sup>a</sup>	6,911	52,950	0,450	45,500	291,150	45,000
<b>CP</b>	0	1,1	0,4000 <sup>b</sup>	8,4725	49,50	0,35	49,75	260,15	48,650
Valor de P	ns	ns	0,0193	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Com CME</b>	0	0,8	0,9500	7,2255	51,30	0,4	47,35	269,60	46,550
<b>Sem CME</b>	0	0,8	0,5500	8,1580	51,15	0,4	47,90	281,70	47,100
Valor de P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SE	0	0,3000	0,2858	0,7857	4,4595	0,2273	4,5898	25,273	4,4641
***CV (%)	0	118,59	120,49	32,30	27,53	179,70	30,48	28,99	30,15

<sup>1</sup>= Valores de referência para parâmetros bioquímicos de leitões; \* ns = não significativo; \*\*SE= Standard error for comparison; \*\*\*CV(%)= Coeficiente de variação; a-b se diferem entre si na mesma coluna; <sup>2</sup>Basófilo (BAS); <sup>3</sup>Bastonetes (BST); <sup>4</sup>Eosinófilo (EO); <sup>5</sup>Leucócitos (LEU); <sup>6</sup>Linfócitos (LINF); <sup>7</sup>Monócitos (MNO); <sup>8</sup>Plaquetas (PLQ); <sup>9</sup>Segmentados (SG).

A contagem de eosinófilos e bastonetes são importantes porque eles são responsáveis por promover a resposta do sistema imune, quando suas contagens estão elevadas indica que está havendo algum processo inflamatório ou se têm a presença de algum parasita no intestino do animal, quando as contagens estão abaixo dos valores de referência indica que está ocorrendo uma situação de estresse (BUDIÑO et al., 2004). No caso deste presente experimento, supõe-se que a diferença significativa ( $P < 0,05$ ) encontrada nestas variáveis, ocorreu devido à presença de algum componente nas dietas onde as contagens foram mais baixas, que estaria promovendo uma resposta de estresse, e na dieta CN +CME as contagens se mantiveram dentro do padrão (1 – 11.0%), mostrando assim que nesta dieta esse componente não se fez presente e assim não afetou o organismo do animal.

Pode se também observar uma diminuição na contagem de monócitos, e isso pode ter ocorrido devido à estresse dos animais, provocado pela mudança de ambiente, alteração da dieta, dos manejos diários e/ou os procedimentos de colheita de sangue. Segundo Broom e Moletto (2004), as técnicas experimentais afetam o bem-estar dos animais causando estresse, o que acaba afetando o funcionamento do sistema imunológico. Sob condições de estresse ocorre uma maior secreção de cortisol, que em altas concentrações afeta negativamente a imunidade, por exercer uma ação de redução na produção e nas funções dos granulócitos, linfócitos e monócitos (BAPTISTA et al., 2011). Esse hormônio também causa uma depressão na produção dos leucócitos e na fagocitose de outras células de defesa, como os eosinófilos, e afetam a secreção de citocinas inflamatórias (TAVARES et al., 2000).

Diante do exposto, supõe-se que o comprometimento do sistema imunológico dos leitões não ocorreu devido à utilização das enzimas, mas sim devido aos procedimentos experimentais.



Os resultados de viabilidade econômica, IC e IEE encontram-se na TABELA 8. Podemos observar um maior preço da ração por kg de produto em dietas controle positivo com e sem suplementação do CME. Por outro lado, as dietas controle negativo com e sem a suplementação de CME apresentaram menor preço da ração por kg de produto. Esse aumento e/ou diminuição do preço das dietas deve-se a inclusão ou não de óleo de soja e CME nas dietas.

A viabilidade econômica foi melhor nas dietas controle negativo suplementada com CME (3,62 R\$/Kg), mostrando assim que a mesma apresentou um menor custo por quilograma de peso ganho pelo animal, seguida das dietas controle positivo suplementada com CME, controle positivo e controle negativo (Tabela 8).

**TABELA 8 – Análise de viabilidade econômica da utilização de um complexo multienzimático na dieta de leitões na fase de creche**

	T1- controle negativo + CME	T2: controle negativo	T3: controle positivo + CME	T4: controle positivo
<b>Consumo de Ração</b>	54,43	57,75	55,24	55,97
<b>Ganho de Peso</b>	12,92	12,45	13,48	13,13
<b>Preço da ração/ kg</b>	0,85	0,84	0,91	0,90
<b>Viabilidade econômica</b>	3,62	4,09	3,75	3,85
<b>IEE<sup>1</sup> (%)</b>	79,76	70,51	74,42	72,54
<b>IC<sup>2</sup> (%)</b>	130,00	147,10	134,92	138,30

<sup>1</sup>= Índice de Eficiência Econômica; <sup>2</sup>= Índice de custo

O índice de eficiência econômica confirmam-se os resultados de viabilidade econômica, onde a dieta controle negativo suplementada com CME, apresentou uma eficiência econômica de 79,76%, sendo a mais eficiente, seguida pela dieta controle positivo suplementada com CME que apresentou 74,42% de eficiência, controle positivo (72,54%) e controle negativo (70,51%).

O índice de custo, mais uma vez mostra que a dieta controle negativo suplementada com CME, teve um menor índice de custo 130,00% quando comparada com as demais dietas, ou seja, essa dieta ofereceu um menor custo na sua utilização. Por outro lado, a dieta controle negativo apresentou maior IC comparada com demais dietas experimentais.

## 9 CONCLUSÕES

A adição do CME não prejudicou o desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos, podendo ser utilizado na dieta de leitões na fase inicial.

A suplementação de CME em dietas com menor nível de energia (controle negativo) apresentou resultado semelhante ao controle positivo, o que demonstra que é possível reduzir o custo da dieta alterando o nível nutricional (energia) sem afetar negativamente o desempenho e saúde dos animais.

## 10 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Marcelo I. M.; FIALHO, Elias T.; ZANGERONIMO, Marcio G.; LIMA, José A. F.; RODRIGUES, Paulo B.; SILVA, Hunaldo O. Níveis de energia metabolizável em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para leitões dos 15 a 35 kg. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 5, p. 834-842, 2008.
- BAPTISTA, Raissa I. A. A. B.; BERTANI, Giovani R.; BARBOSA, Clara N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1823-1830, 2011.
- BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, CABI Publishing, 2001.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BERTECHINI, Antônio G. **Nutrição de Monogástricos**. Editora UFLA, p. 336-342, 2013.
- BROOM, D. M.; MOLETO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
- BUDIÑO, Fábio E. L.; THOMAZ, Maria C.; KRONKA, Rodolfo N.; JÚNIOR PIZAURO, João M.; SANTANA, Áureo E.; TUCCI, Fernanda M.; FRAGA, Alessandro L.;

SCANDOLERA, Antônio J. e HUAYNATE, Rizal Alcides R. Influência da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre as atividades das enzimas digestivas e parâmetros sanguíneos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, no. 4, p. 529-536, 2004.

CABRAL, Natália O.; MATOS, Marize B.; TARDOCCHI, Clodoaldo F. T.; LOPES, Renata S. G.; SOARES, Rita T. R. N. Aproveitamento dos PNAS Presentes na Cana-de-açúcar com Adição de Enzimas para Suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 1, p. 2209-2216, 2013.

CARVALHO, Ezequiel M.; LIMA, José A. F.; FIALHO, Elias T.; ZANGERONIMO, Marcio G.; CANTARELLI, Vinicius S. Utilização de Complexo Enzimático em Rações para Leitões na Creche. **B. Industr. Anim.**, v. 65, n. 1, p. 21-26, 2008.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides for Monogastric Animals: Classification and Function. **Animal Production Science**, v. 55, p. 1360-1366, 2015.

FERREIRA, C. B.; GERALDO, A.; FILHO VIEIRA, J. A.; BRITO, J. A. G.; BERTECHINI, A. G.; PINHEIRO, S. R. F. Associação de Carboidrases e Fitases em Dietas Valorizadas e Seus Efeitos sobre Desempenho e Qualidade de Poedeiras Leves. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 67, n. 1, p. 249-254, 2015.

GOMES, M. F. M.; BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M. Análise econômica da utilização de trigoilhão para suínos. **Comunicado Técnico 179**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p. 1-2, 1991.

KANEKO, Jiro Jerry; HARVEY, John W.; BRUSS, Michael L. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. Academicpress, 2008.

KIM, J.S.; INGALE, S.L.; LEE, S.H.; KIM, K.H.; KIM, J.S.; LEE, J.H.; CHAE, B.J. Effects of energy levels of diet and  $\beta$ -mannanase supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility and blood metabolites in growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, N° 186, p.64– 70, 2013.

KIM, Sung W.; ZHANG, Jin H.; SOLTWEDEL, Kevin T.; KNABE, Darrell A. Use of Carbohydrases in Corn-soy bean mealbased grower-finisher pig diets. **Animal Research**. v. 55, p. 563–578, 2006.

LAZZERI, Douglas B.; POZZA, Paulo C.; POZZA, Magali S. S.; BRUNO, Luís D. G.; PASQUETTI, Tiago J.; CASTILHA, Leandro D. Balanços metabólicos de suínos alimentados com rações referências e inclusões de farelo de soja. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v. 12, n. 4, p. 984-995, 2011.

LIMA, Gustavo J. M.M.; MORÉS, Nelson. Nutrição e Diarreia de Leitões. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos – ABRAVES**, 16 a 19 de outubro de 2007. Florianópolis/SC, 2007.

LOVATTO, Francieli S. **Valor nutricional do farelo de canola com adição de complexo multienzimático para leitões (15-30 kg)**. Dois Vizinhos, 2016. 51 f. Dissertação (Mestardo em Zootecnia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LOPES, Sonia T. A.; BIONDO, Alexander W.; SANTOS, Andrea P. **Manual de Patologia Clínica Veterinária**. 3º Ed. Santa Maria: UFSM/Departamento de Clínica de Pequenos Animais, 107 p.: il., 2007.

MEDEL, P.; BAUCCELLS, F.; GRACIA, M.I.; BLAS, C.; MATEOS, G.G. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.95, p.113–122, 2002.

NERY, Victor L. H.; LIMA, José A. F.; MELO, Rosana C. A.; FIALHO, Elias T. Adição de Enzimas Exógenas para Leitões dos 10 ao 30 kg de Peso. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 3, p. 794-802, 2000.

PASCOAL, Leonardo A. F.; SILVA, Ludmila P. G.; MIRANDA, Edna C.; MARTINS, Terezinha D. D.; THOMAZ, Maria C.; LAMENHA, Maria I. A.; ALMEIDA, Delma H. Complexo Enzimático em Dietas simples sobre os parâmetros séricos e a morfologia intestinal de leitões. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**, v. 9, n. 1, p. 117-119, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 252 p. 2011.

RODRIGUES, PAULO B.; FREITAS, RILKE T. F.; FIALHO, ELIAS T.; SILVA, HUNALDO O.; GONÇALVES, TARCISIO M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

RUIZ, Urbano S.; THOMAZ, Maria C.; HANNAS, Melissa I.; FRAGA, Alessandro L.; WATANABE, Pedro H.; SILVA, Susana Z. Complexo Multienzimático para suínos: Digestão, Metabolismo, Desempenho e Impacto Ambiental. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.3, p.458-468, 2008.

TAVARES, Marta L.; SOARES-FORTUNATO, José M.; LEITE-MOREIRA, Adelino F. Stress-respostas fisiológicas e fisiopatológicas. **Revista Portuguesa de Psicossomática**, v. 2, n. 2, p. 51-65, 2000.

TEIXEIRA, Alexandre O.; LOPES, Darci C.; FERREIRA, Vanusa P. A.; PENA, Sérgio M.; NOGUEIRA, Eduardo T.; MOREIRA, José A.; BUZEN, Silviano; NERY, Lidson R. Utilização de Enzimas Exógenas em Dietas com Diferentes Fontes e Níveis de Proteína para Leitões na Fase de Creche. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 3, p. 900-906, 2005.

XUAN, Z. N.; KIM, J. D.; LEE, J. H.; HAN, Y. K.; PARK, K.; HAN, K. Effects of enzyme complex on growth performance and nutrient digestibility in pig weaned at 14 days of age. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**. v. 14, n. 2, p. 231-236, 2000.

WOYENGO, T. A.; BELTRANEMA, E.; ZILSTRA, R. Controlling Feed Cost by Including Alternative Ingredients Into Pigs Diets: A Review. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 1293-1305, 2014.

## ANEXOS



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
Câmpus Dois Vizinhos  
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



## PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA

<b>Título:</b>	Avaliação de complexo multienzimático na alimentação de suínos
<b>Área Temática:</b>	5.04.03.00-1 Nutrição e Alimentação Animal
<b>Pesquisador / Professor:</b>	Patrícia Rossi
<b>Instituição:</b>	UTFPR/ campus Dois Vizinhos
<b>Financiamento:</b>	não há
<b>Versão:</b>	02

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA	Protocolo nº 2015-27
<b>Apresentação do Projeto:</b>	
<p>O experimento será conduzido na UTFPR-DV na UNEPE de suinocultura, para avaliar a utilização do complexo enzimático na alimentação/dieta de suínos. Serão utilizados 80 animais, de 15 a 30 kg, sendo machos e fêmeas, em um delineamento em blocos ao acaso com os seguintes tratamentos: T1 controle positivo, T2 controle negativo, T3 controle positivo + complexo multienzimático (CME) e T4 controle negativo +CME, sendo dez repetições por tratamento e dois animais por repetição. Serão realizadas pesagens dos animais e coleta de sangue (duas vezes durante o projeto), para esses procedimentos os animais serão contidos manualmente. Os animais permanecerão em baias de concreto durante toda a fase experimental, sendo 2 animais/baia. Água e ração serão fornecidas à vontade. O ambiente será controlado com relação à temperatura e ventilação com limpeza e desinfecção das instalações. Além da avaliação do desempenho e dos parâmetros sanguíneos (hemograma e leucograma) será feita também a viabilidade econômica. Os resultados serão submetidos à análise de variância e se houver significância (<math>P &lt; 0,05</math>) será feita a avaliação de contrastes.</p>	
<b>Objetivo:</b>	
<p>- Avaliar a inclusão do complexo multienzimático sobre o desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de suínos (15 a 30kg) e a viabilidade econômica.</p>	
<b>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</b>	
<p>Com relação aos animais, o experimento oferece poucos riscos aos mesmos, uma vez que serão realizadas apenas pesagens e coleta de sangue (grau de invasividade G11). E os benefícios obtidos com a pesquisa serão a redução do custo de produção auxiliando produtor e consumidor final.</p>	
<b>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:</b>	
<p>A pesquisa é relevante e o grau de invasividade é G11, ou seja, pouco estresse causado pela contenção dos animais para pesagens e coleta de sangue (que será feita duas vezes durante o projeto).</p>	
<b>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:</b>	
<p>Foram apresentados os seguintes termos e documentos: 1) Requerimento preenchido completamente e assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto/aula prática; 2) formulário unificado de encaminhamento do</p>	



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
Câmpus Dois Vizinhos  
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA



CEUA/UTFPR/DV; 3) projeto de pesquisa completo no modelo do CEUA; 4) declaração de não início do projeto (com assinatura e data); 5) registro de projeto junto a Diretoria responsável (anuência da DIRPPG com parecer deferido); 6) declaração do médico veterinário responsável (responsabilidade técnica). Esses documentos estão em conformidade com o exigido pela CEUA.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há.

**Situação do Parecer:**

APROVADO

**Considerações Finais a Critério da CEUA:**

Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.

**CERTIFICADO**

Certificamos que o projeto intitulado "Avaliação de complexo multienzimático na alimentação de suínos", protocolo nº 2015/27 sob a responsabilidade de Patrícia Rossi - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 16/02/2016.

<b>Vigência do projeto:</b>	Março/2016 – maio/2016
<b>Espécie/linhagem:</b>	Suínos/híbridos
<b>Número de animais:</b>	80
<b>Peso/Idade:</b>	15 a 30 kg/42 a 72 dias
<b>Sexo:</b>	Machos e fêmeas
<b>Origem:</b>	Institucional (UTFPR-DV)

Dois Vizinhos, 16 de fevereiro de 2016.

*Nédia de Castilhos Ghisi*  
Assinado por: Nédia de Castilhos Ghisi  
Presidente do CEUA - UTFPR  
Comissão de Ética no uso de Animais

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná